

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SETOR PALOTINA

LUISA CAROLINA BACCIN

**TÉCNICAS DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DO GLYPHOSATE EM SOJA  
RR E RR2**



PALOTINA,

2017

LUISA CAROLINA BACCIN

**TÉCNICAS DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DO GLYPHOSATE EM SOJA  
RR E RR2**

Trabalho de conclusão de curso como requisito à obtenção do grau de bacharel em Agronomia no Curso de Agronomia da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Leandro Paiola Albrecht

PALOTINA

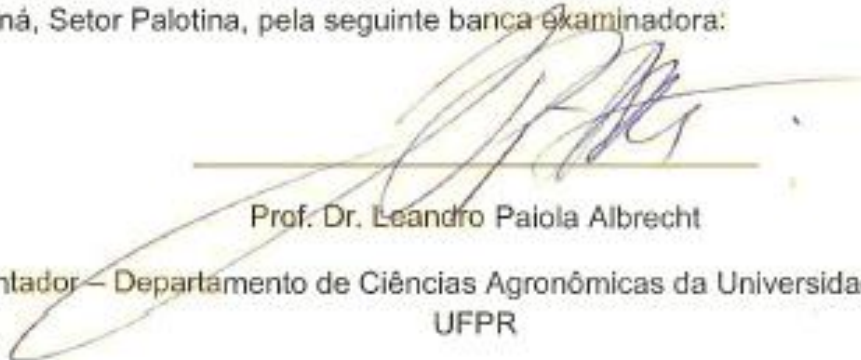
2017

## TERMO DE APROVAÇÃO

LUISA CAROLINA BACCIN

### MANEJO DA REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DO GLYPHOSATE EM SOJA RR E RR2

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito à obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo, do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, pela seguinte banca examinadora:



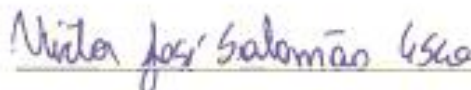
Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht

Orientador – Departamento de Ciências Agronômicas da Universidade Federal,  
UFPR



Prof. Dr. Alfredo Júnior Paiola Albrecht

Departamento de Ciências Agronômicas, UFPR



Victor José Salomão Cesco, Eng. Agrônomo, Mestrando em Agricultura -  
UNESP

Palotina, 04 de julho de 2017.

## **DEDICO...**

*Aos meus pais que tornaram o sonho da graduação possível.*

*A minha mãe Marinez, meu maior exemplo de dedicação e persistência.*

*Ao meu pai Fernando, meu exemplo de serenidade e autoconfiança.*

*Também aos meus mestres incentivadores da pesquisa, Dr. Leandro Paiola Albrecht e Dr. Alfredo Júnior Paiola Albrecht por toda contribuição à minha formação acadêmica e por me orientar da melhor forma possível, por todo apoio e por estarem sempre dispostos a ajudar quando precisei.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por todos os dias cuidares de mim e por me conduzir pelos melhores caminhos. A minha família, por todo apoio e incentivo aos estudos e por sempre acreditarem em mim. A minha mãe, Marinez, que não mediu esforços para me auxiliar durante toda minha vida acadêmica, ao meu pai, Fernando, que confiou em mim e também me apoiou durante os anos de graduação e a minhas irmãs, Fernanda e Sofia.

A todos os mestres da Universidade Federal do Paraná que humildemente compartilharam seu conhecimento para formar ótimos profissionais. Aos docentes do curso de Agronomia pelos ensinamentos e amizade. A todos os colegas da V turma por todos os momentos compartilhados.

Ao meu orientador e grande exemplo profissional, Dr. Leandro Paiola Albrecht e também ao professor Dr. Alfredo Júnior Paiola Albrecht pela orientação nos trabalhos desenvolvidos, por acreditar no meu potencial, pela paciência na transferência dos ensinamentos e orientação nos trabalhos desenvolvidos, pela compreensão frente aos momentos de dificuldades, desânimos ou ausência e por proporcionar que o relacionamento professor-aluno se estendesse além do âmbito acadêmico e superasse as fronteiras da admiração, do respeito e da amizade.

A todos os colegas integrantes do SUPRA Pesquisa, que de alguma forma me auxiliaram na condução dos experimentos e em todas as atividades desenvolvidas durante os anos de pesquisa. Ao Fábio Henrique Krenchinski pelo auxílio sempre que necessário e por ser um exemplo de acadêmico e profissional.

Aos meus queridos amigos Tamara, Cristian, Mateus, Marcelo, Aline, José, Vinicius, Sabrina, Katle, Cintia, Carine e em especial a Gabriela por todo o auxílio durante a condução dos experimentos.

A minhas amigas Ana Claudia e Naiara que estiveram ao meu lado desde o início e compartilharam comigo todas as conquistas e as dificuldades durante estes anos, a Maria Carolina que mesmo longe sempre se fez presente e também a segunda família formada em Palotina, a qual levarei em meu coração, Aline, Ana, Daniele, Kauane e Kátia, o meu muito obrigado!

## RESUMO

Com o advento da tecnologia RR e a intensa utilização do glyphosate, alguns produtores passaram a relatar casos de injúrias visuais causados pelo herbicida. Este trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento de produtos na reversão das injúrias causadas por alta dose do glyphosate em cultivares de soja RR e RR2. Os experimentos foram realizados na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, em casa de vegetação nos anos 2015/16 e 2016/17, em arranjo fatorial e delineamento inteiramente casualizado. O primeiro experimento foi realizado em esquema fatorial 3x8 (produtos x cultivares) com quatro repetições, utilizando Glyphosate na dose de 2880 g e.a. ha<sup>-1</sup> associado a um regulador de crescimento (Stimulate<sup>®</sup>), um composto de aminoácidos e uma fonte de manganês, totalizando 96 vasos. Para o segundo experimento foi utilizado um esquema fatorial 6x3 (produtos x cultivares) com quatro repetições, utilizando Glyphosate na dose de 2880 g e.a. ha<sup>-1</sup> de forma isolada e associada ao regulador de crescimento, Glyphosate associado a manganês, regulador de crescimento isolado, Manganês isolado e um tratamento sem aplicação, totalizando 72 vasos. Ambos os experimentos foram aplicados utilizando um pulverizador costal propelado a CO<sub>2</sub> com pressão constante e volume de calda de 150L ha<sup>-1</sup>. Foi avaliada nota visual de fitointoxicação, índice de clorofila, massa da matéria fresca e massa da matéria seca de parte aérea e massa da matéria seca de raiz, além de peso e número de nódulos para o primeiro experimento. Para o segundo experimento avaliou-se nota visual de fitointoxicação, índice de clorofila, massa fresca e massa seca de parte aérea. Observou-se que cada cultivar respondeu de maneira diferenciada aos produtos devido às características genotípicas. O manganês foi eficiente nas avaliações de nota visual de fitointoxicação, na massa da matéria seca de plantas e no ÍNDICE de clorofila. O regulador de crescimento e o aminoácido proporcionaram aumento na massa seca de raízes e no índice de clorofila. A partir dos resultados obtidos no presente estudo um aprofundamento na pesquisa com estas tecnologias é uma alternativa para investigar a resposta da cultura em produtividade.

Palavras-chave: *Glycine max*, Herbicidas, Yellow flashing, Culturas transgênicas.

## ABSTRACT

From the emergence of RR technology and the intense use of glyphosate, some growers have reported cases of visual injury caused by the herbicide. The aim of this study was to evaluate the behavior of products in the reversal of the injuries caused by a high glyphosate dose in RR and RR2 soybean cultivars. The experiments were conducted in a greenhouse at Paraná Federal University, Palotina Sector, in the 2015/16 and 2016/17 years, in a completely randomized design with factorial arrangement. The first experiment was conducted in a 3x8 factorial scheme (products x cultivars) with four replicates. The glyphosate used was Roundup Ready® (2880 g ha<sup>-1</sup>) associated to a growth regulator (Stimulate®), a compound of amino acids and manganese, totaling 96 vessels. For the second experiment, was used a 6x3 factorial scheme (products x cultivars) with four replicates, using isolated Roundup Ready® (2880 g and ha<sup>-1</sup>) and associated with Stimulate®, Roundup Ready® associated with manganese, Stimulate® Isolated, manganese isolated and a treatment without application, totaling 72 vessels. Both experiments were applied using a CO<sub>2</sub> pressure propellant sprayer with constant pressure and volume of 150L ha<sup>-1</sup>. The parameters analyzed were phytotoxicity, chlorophyll index, fresh and dry plant weight and dry root weight, as well as weight and number of nodules for the first experiment. For the second experiment, a visual note of phytotoxicity, chlorophyll index, fresh and dry plant weight were evaluated. It was observed that each cultivar responded differently to the products due to the genotypic characteristics. The manganese was efficient in evaluations of visual note of phytotoxicity, dry mass of plants and chlorophyll index. The growth regulator and the amino acid provided an increase in root dry mass and chlorophyll index, from the results obtained in the present study a deepening in the research with these technologies is an alternative to investigate the culture response in productivity.

**Keywords:** *Glycine max*, Herbicides, Yellow flashing, Transgenic crops.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ÍNDICE DE CLOROFILA DAS CULTIVARES: TMG 7062 (A), MONSOY 6210 (B), BMX PONTA (C) E CD 2720 (D), SUBMETIDAS AO GLYPHOSATE E TECNOLOGIA DE REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO. ....	25
FIGURA 2- ÍNDICE DE CLOROFILA DAS CULTIVARES TMG 7262 (E), BRS 359 (F), BRS 388 (G) E CD 2737 (H), SUBMETIDAS AO GLYPHOSATE E TECNOLOGIA DE REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO. ....	26
FIGURA 3 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR MONSOY 6210 (A) SUBMETIDA À APLICAÇÃO DAS TECNOLGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO .....	27
FIGURA 4 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR BMX PONTA (B) SUBMETIDA À APLICAÇÃO DAS TECNOLGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO .....	28
FIGURA 5 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR TMG 7262 (C) SUBMETIDA À APLICAÇÃO DAS TECNOLGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO .....	28
FIGURA 6 - ÍNDICE DE CLOROFILA AOS 0, 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR MONSOY 6210 (A) SUBMETIDA A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO MANEJO DA REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DE GLYPHOSATE.....	30
FIGURA 7 - ÍNDICE DE CLOROFILA AOS 0, 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR BMX PONTA (B) SUBMETIDA A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO MANEJO DA REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DE GLYPHOSATE .....	31
FIGURA 8 - ÍNDICE DE CLOROFILA AOS 0, 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR TMG 7262 (C) SUBMETIDA A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO MANEJO DA REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DE GLYPHOSATE .....	31



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PRODUTOS UTILIZADOS NO MANEJO DA REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO DE SOJA RR E RR2.....	19
TABELA 2 - PRODUTOS UTILIZADOS NO MANEJO DA REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO DE SOJA RR E RR2.....	20
TABELA 3 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO (DAA), EM SOJA RR2 SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE E TECNOLOGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO .....	21
TABELA 4 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 21 E 28 (DAA) EM SOJA RR2 SUBMETIDA À GLYPHOSATE E TECNOLOGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO.....	22
TABELA 5 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 35 (DAA) EM SOJA RR2 SUBMETIDA À GLYPHOSATE E TECNOLOGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO .....	22
TABELA 6 - MASSA FRESCA E MASSA SECA DA PARTE AÉREA (PA) EM GRAMAS, EM SOJA RR2 SUBMETIDA À GLYPHOSATE E TECNOLOGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO .....	23
TABELA 7 - MASSA SECA DE RAÍZES (RA) EM GRAMAS DAS CULTIVARES DE SOJA RR SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE ASSOCIADO AOS PRODUTOS DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO .....	24
TABELA 8 - NÚMERO E MASSA SECA DE NÓDULOS (g) DAS CULTIVARES DE SOJA RR SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE ASSOCIADO AOS PRODUTOS DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO .....	24
TABELA 9 - MASSA FRESCA DE PARTE AÉREA (PA) (g) DE SOJA RR E RR2 SUBMETIDAS A TRATAMENTOS VISANDO MANEJO DA REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO DE GLYPHOSATE .....	29
TABELA 10 - MASSA SECA DE RAIZ (RA) (g) DE SOJA RR E RR2 SUBMETIDAS A TRATAMENTOS VISANDO MANEJO DA REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO DE GLYPHOSATE .....	29

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>12</b>
2.1	SOJA ROUNDUP READY®	12
2.2	GLYPHOSATE	13
2.3	PRODUTOS UTILIZADOS NA REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO	15
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
3.1	Objetivo geral	17
3.2	Objetivo específico	18
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>18</b>
4.1	INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	18
4.1.1	EXPERIMENTO 01	18
4.1.2	EXPERIMENTO 02	19
4.2	ANÁLISE ESTATÍSTICA	20
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>21</b>
5.1	EXPERIMENTO 01	21
5.2	EXPERIMENTO 2	27
5.3	DISCUSSÃO GERAL	32
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>ANEXO – ILUSTRAÇÃO DO SINTOMA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO DO GLYPHOSATE “YELLOW FLASHING” EM SOJA RR E RR2</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja tem grande importância no cenário agrícola mundial. Na safra 2015/2016 a produção de soja no mundo equivaleu a 312,362 milhões de toneladas em uma área plantada de 119,732 milhões de hectares. No Brasil, segundo maior produtor mundial, as culturas de soja e milho correspondem a 90% da produção total de grãos. A estimativa de área plantada de grãos no Brasil na safra 2016/17 é estimada em 60,36 milhões de hectares (CONAB, 2017).

O estado do Paraná é o segundo maior produtor de soja no Brasil. Estimou-se que na safra 2016/2017 a produção total foi de 18,524 milhões de toneladas numa área de 5,349 milhões de hectares (IBGE, 2017).

A soja Roundup Ready<sup>®</sup>, planta com tecnologia de tolerância ao glyphosate desenvolvida pela Monsanto foi uma grande evolução no controle de plantas daninhas. Essa tecnologia introduziu via biobalística genes provenientes da *Agrobacterium sp.* nas plantas de soja, a qual codifica a enzima CP4-EPSPS que condiciona a tolerância da soja RR a aplicação do glyphosate (PADGETTE et. al., 1995).

Após o desenvolvimento da tecnologia RR alguns sintomas visuais (injúrias) passaram a ser observados na cultura. Visando diminuir os efeitos deletérios da aplicação do herbicida alguns produtos vêm sendo estudados como alternativas para reduzir a fitointoxicação causada pelo glyphosate na soja RR.

Pesquisas apontam que os efeitos da aplicação do glyphosate mesmo na tecnologia tolerante (RR) causam redução nos ÍNDICEs de clorofila e fitointoxicação, possivelmente devido ao acúmulo de AMPA, que é o primeiro metabólito fitotóxico do glyphosate, menor biomassa de plantas, afeta a nodulação e consequentemente a fixação biológica de nitrogênio, reduz os níveis de absorção de macro e micronutrientes, além da diminuição da produtividade e da qualidade de sementes (ALBRECHT, 2014; ALBRECHT et al., 2014b; ALBRECHT et al., 2014c; KRENCHINSKI et al., 2017; ZOBIOLE et al., 2009a; ZOBIOLE et al., 2009b).

O manejo de plantas daninhas é fundamental na agricultura. Devido à grande importância da soja no Brasil são necessárias pesquisas com relação aos efeitos

do glyphosate na cultura. Este trabalho tem por objetivo a avaliação de produtos (Stimulate<sup>®</sup>, um composto de aminoácidos e o manganês) na reversão dos sintomas de fitointoxicação do glyphosate em cultivares de soja RR e RR2.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SOJA ROUNDUP READY<sup>®</sup>

No Brasil, a tecnologia Roundup Ready<sup>®</sup> foi liberada para cultivo pela CTNBio em 1998 e vem sendo cultivada legalmente desde 2005. O desenvolvimento da soja RR culminou em um aumento significativo na área cultivada com transgênicos no Brasil e no mundo devido às facilidades que esta tecnologia trouxe aos produtores (ALBRECHT et al., 2014a).

Na safra 2015/16 a utilização de transgênicos no Brasil alcançou 94,3% do total semeado, sendo para a soja a área com cultivo transgênico atingiu 96,5% do total semeado (CÉLERES, 2017). Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017) apontam que na safra 2016/2017 a cultura da soja deve alcançar uma produção de 3.338 kg por hectare, totalizando uma produção de aproximadamente 113 milhões de toneladas no país.

A competição com as plantas daninhas constituem um dos maiores componentes bióticos que afetam a produtividade da cultura da soja. Essas plantas competem com a cultura principal por espaço, água, luz e nutrientes e algumas ainda podem liberar substâncias alelopáticas prejudiciais, além de ser potenciais hospedeiras de pragas e doenças e interferir no rendimento das operações de colheita (REIS et al., 2010; ALBRECHT et al., 2013).

A tecnologia Roundup Ready<sup>®</sup>, desenvolvida pela Monsanto na década de 80 foi uma grande inovação no controle das plantas indesejáveis. É uma alternativa no controle das plantas infestantes, a qual permite aplicação de glyphosate no meio da cultura, visando diminuir a interferência e aumentar a produtividade, além de proporcionar ao agricultor uma opção de controle de plantas daninhas utilizando um herbicida de amplo espectro de ação (REIS et al., 2010; KRENCHINSKI et al., 2017).

A tecnologia INTACTA RR2 PRO, trás em um único evento a segunda geração da tecnologia de tolerância ao glyphosate, aliada com maior potencial produtivo e resistência as principais lagartas que atacam a cultura (MONSANTO, 2017).. Tal tecnologia foi obtida a partir do cruzamento entre os parentais MON 87701 x MON 89788 (BtRR2Y) via melhoramento genético convencional, contendo a soja MON 87701 o gene Cry1Ac proveniente de *Bacillus thuringiensis*, o que confere resistência a insetos e a soja MON 89788 que contém a expressão do gene CP4EPSPs, sendo esta a segunda geração da soja tolerante ao glyphosate (KRENCHINSKI et al., 2017; MONSANTO, 2017).

As plantas de soja geneticamente modificadas tolerantes a aplicação de glyphosate possuem o gene cp4 extraído da bactéria de solo (*Agrobacterium tumefaciens*), o qual produz uma forma modificada da enzima EPSPs o que torna a planta capaz de sobreviver à aplicação do herbicida. Porém mesmo com o gene da resistência as plantas sofrem um estresse devido à aplicação do herbicida. Dados de literatura apontam a interferência do herbicida na altura de plantas, número de vagens e massa de grãos, além da qualidade de sementes, produtividade e ÍNDICE de proteínas (ALBRECHT, 2014a; ALBRECHT et al., 2014c; ALBRECHT et al., 2013a; ALBRECHT et al., 2012a).

Alguns relatos de produtores demonstraram que o glyphosate pode causar efeitos indesejáveis à soja RR, mesmo com a expressão da seletividade destas plantas. Dados de pesquisas recentes revelaram que o herbicida em questão pode causar um comprometimento no desempenho agrônômico da soja RR, devido à interferência no balanço nutricional da planta, levando à diminuição da qualidade de sementes e grãos produzidos e a diminuição no acúmulo de biomassa (ALBRECHT et al., 2014c; ZOBIOLE et al., 2009a).

## 2.2 GLYPHOSATE

O Glyphosate é um herbicida com ação pós-emergente, inibidor da EPSPs, pertence ao grupo químico das glicinas substituídas, possui um amplo espectro de ação e ação sistêmica, sendo absorvido pelas folhas e outros órgãos da planta e translocado para outras partes da mesma (OLIVEIRA JR., 2011).

Este herbicida age nas plantas inibindo a enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), a qual tem função catalizadora da síntese dos aminoácidos fundamentais para a planta: fenilalanina, tirosina e triptofano. Sem a síntese destes aminoácidos não há a formação de proteínas, os metabolitos secundários e a fotossíntese são alterados, causando a morte da planta (ALBRECHT et al., 2014d).

Atualmente encontram-se disponíveis no mercado mais de 150 produtos contendo Glyphosate e o herbicida possui registro em mais de 130 países. Com um amplo espectro de controle, o herbicida é eficaz no controle de mais de 300 espécies de plantas daninhas (ALBRECHT et al, 2013). A tecnologia RR representa uma possibilidade de utilizar um herbicida de mecanismo de ação diferente no controle de plantas daninhas resistentes aos herbicidas utilizados anteriormente, como os inibidores da ALS ou inibidores da ACCase (GAZZIERO et al, 2007).

Alguns biótipos de plantas daninhas resistentes ao glyphosate foram sendo selecionadas ao longo dos anos através da pressão de seleção, causando um uso intensivo do herbicida e por vezes indiscriminado, aumentando as doses de glyphosate aplicadas à cultura, visando o controle dessas espécies (ALBRECHT, 2014a; ALBRECHT et al., 2013) .

Uma característica importante do glyphosate é sua rápida translocação das folhas para as raízes, rizomas e meristemas apicais. Devido a esta característica trata-se de um produto alternativo para eliminar espécies de difícil controle. É um produto móvel no floema e transloca-se rapidamente por todas as partes da planta tendendo a se acumular nas regiões meristemáticas (YAMADA; CASTRO, 2007).

Com o aumento do uso da tecnologia tolerante ao glyphosate os agricultores tem notado que alguns cultivares RR apresentam injúrias visuais logo após a aplicação do herbicida em pós-emergência. O sintoma típico visualizado a campo é denominado "*yellow flashing*", o qual consiste no amarelecimento das folhas superiores da planta (ZOBIOLE et al., 2011a).

Algumas cultivares de soja RR apresentam pequenas injúrias visuais enquanto outras cultivares apresentam sintomas mais pronunciados. Dentre os efeitos causados pelo herbicida na planta cita-se a diminuição do índice de clorofila nas folhas, o qual pode ser associado a uma deficiência de manganês induzida, elemento fundamental na síntese de clorofila, causada por uma menor eficiência de

acúmulo do nutriente devido à ação do herbicida na mesma rota metabólica (STEFANELLO et al., 2011).

Uma característica do herbicida glyphosate é sua composição: grupos funcionais carbonila, amina e fosfonatos, que resultam em diferentes cargas em função do pH do meio. Estas cargas conferem ao glyphosate a característica de quelante de metais, o que também pode ocasionar a imobilização dos nutrientes no solo (MEROTTO et al., 2015).

Observou-se uma tendência de diminuição da fotossíntese tanto nas cultivares de soja RR quanto nas cultivares RR2, possivelmente devido ao acúmulo do produto de degradação do glyphosate, o AMPA (ácido aminometilfosforado), o que pode culminar em menor biomassa de plantas, além da redução na produtividade (ZOBIOLE et al., 2011b).

Além destes sintomas, o aumento da dose de glyphosate aplicado na soja RR também afeta a qualidade de sementes, como observado por Albrecht et al. (2014b), Albrecht et al. (2014c), Albrecht et al. (2012a), demonstrando em seu estudo que o aumento da dose do herbicida proporcionou uma resposta linear negativa tratando-se da resposta de vigor e de qualidade de sementes.

A aplicação de glyphosate é realizada nos vários estágios da cultura, dependendo do nível de infestação, porém Albrecht et al. (2014b) demonstraram que a aplicação de glyphosate no estagio R1 causa uma redução na altura de plantas e aumento na fitointoxicação. O uso do glyphosate pode provocar também problemas no metabolismo secundário das plantas, na fixação biológica de nitrogênio, conteúdo de clorofila, absorção de nutrientes e na fotossíntese (ZOBIOLE et al., 2010).

## 2.3 PRODUTOS UTILIZADOS NA REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO

As cultivares de soja RR submetidas à aplicação de glyphosate tiveram menor produção de biomassa, indicando que estas plantas necessitam de um maior nível de nutrientes para atingir a eficiência fisiológica, tendo em vista os efeitos da aplicação do herbicida na planta. Visando mitigar os efeitos deletérios causados pelo herbicida às plantas tem-se um aumento na utilização de fertilizantes foliares como alternativa para suprir a demanda nutricional, porém sem haver

necessariamente a recuperação da cultura (ZOBIOLE et al., 2011; ZOBIOLE et al., 2012).

O manganês é um nutriente essencial na síntese de clorofila, mais especificamente na reação de Hill. O nutriente atua como um importante cofator para várias enzimas na biossíntese dos metabólitos secundários associado com a via do ácido chiquímico. A aplicação do glyphosate em soja resistente pode alterar a eficiência de absorção e de translocação do manganês na planta, uma vez que o herbicida também age no metabolismo do ácido chiquímico, e por este motivo existem relatos de que as plantas de soja RR são menos eficientes no acúmulo de manganês do que as plantas convencionais (ANDRADE; ROSOLEN, 2011).

A absorção do manganês também pode ser afetada após a aplicação de glyphosate devido à redução de microrganismos redutores e aumento de oxidantes de manganês na rizosfera o que favorece a transformação de  $Mn^{2+}$  em  $Mn^{4+}$  passando da forma reativa e absorvível pelas plantas para a forma inativa. Deste modo há uma deficiência do micronutriente na soja RR (STEFANELLO et al., 2011).

A soja RR responde de maneira positiva a aplicação foliar de Mn e devido a isso tem-se a recomendação da aplicação de Mn antes e após a aplicação do glyphosate como uma forma de atenuar os sintomas da aplicação do herbicida (PEROZINI, 2016).

Pesquisas realizadas com herbicidas indicam que a aplicação exógena de aminoácidos pode ser uma ferramenta para reduzir a inibição do crescimento das plantas atingidas. No caso do glyphosate, que age inibindo a enzima 5-enol-piruvil-3-shikimato-fosfatossintetase (EPSPs) alguns trabalhos indicaram que as aplicações exógenas de mistura de aminoácidos culminaram na prevenção da inibição do crescimento (ZOBIOLE et al., 2010; ZOBIOLE et al., 2011a; ANDRADE; ROSOLEM, 2011).

Plantas que estão em equilíbrio com relação ao balanço hormonal crescem em parte aérea e radicular adequadamente. Estas plantas possuem desenvolvimento satisfatório de suas estruturas vegetativas e reprodutivas e possuem aparato fotossintético apto para gerar incremento de fotossíntese líquida permitindo maior acúmulo de biomassa e tolerância a estresses. Plantas com este padrão irão formar sementes com melhor qualidade. É na fase vegetativa que a planta apresenta um aumento na marcha de absorção de nutrientes, o número total



de nós que a planta vai produzir começa a ser estabelecido em V5, tendo relação com o potencial produtivo das plantas (ALBRECHT et al., 2010a; ALBRECHT et al., 2012a)

Algumas pesquisas apontam que a utilização de biorreguladores pode auxiliar a planta na recuperação destes efeitos indesejáveis, como forma de aumentar o crescimento e a produtividade da cultura. Substâncias análogas à hormônios vegetais, denominados reguladores vegetais, ou biorreguladores também possui ampla aplicação em diversas culturas e pesquisas apontam sua eficiência na cultura da soja, melhorando desempenho agrônômico das plantas e componentes da produção de sementes (ZOBIOLE et al., 2011; ALBRECHT et al., 2011).

Existem no mercado várias opções de produtos com ação promotora de crescimento, capazes de estimular o desenvolvimento das raízes, contendo em sua composição substâncias análogas de hormônios vegetais (auxina, giberelina, citocinina). Em consequência do melhor desenvolvimento radicular a planta terá maior capacidade de absorção de água e nutrientes, favorecendo o seu equilíbrio hormonal. O Stimulate<sup>®</sup> é um biorregulador que possui em sua composição auxina, citocinina e giberelina, e em função desta composição é capaz de incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal (ALBRECHT et al., 2009; ALBRECHT et al., 2013b).

Os reguladores vegetais possuem capacidade de favorecer o desenvolvimento ou de evitar limitações na produção. Pesquisas apontam a eficácia do uso de biorreguladores em culturas como feijão, milho, algodão e soja, porém ainda são necessárias informações para adotar o melhor posicionamento dos produtos visando à obtenção de maiores produtividades e qualidade na produção (ALBRECHT et al., 2012b).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência de diferentes produtos na reversão da fitointoxicação causada pelo herbicida Glyphosate em cultivares de Soja *Roundup Ready*<sup>®</sup>.

### 3.2 Objetivo específico

Avaliar a resposta das cultivares de soja (RR e RR2<sup>®</sup>) e dos produtos: Regulador de crescimento, aminoácido e manganês.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação, com temperatura de 20-25°C, umidade relativa de 60%, precipitação média de 5 mm/dia e fotoperíodo próximo à 12 horas, na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina nos períodos de Novembro de 2015 e janeiro de 2016 e março a maio de 2017 em arranjo fatorial e em delineamento inteiramente casualizado.

#### 4.1.1 EXPERIMENTO 01

As cultivares RR2 utilizadas para o primeiro experimento foram: TMG 7062, MONSOY 6210, BMX Ponta, CD 2720. As cultivares RR utilizadas foram: TMG 7262, BRS 359, BRS 388 e CD 2737. O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x8 (tratamentos X cultivares), contendo quatro repetições, sendo cada vaso contendo duas plantas consideradas uma repetição, totalizando 96 vasos.

Os produtos utilizados foram associações de Roundup Ready<sup>®</sup> a regulador de crescimento vegetal Stimulate<sup>®</sup> (cinetina 0,09 g L<sup>-1</sup>, ácido giberélico 0,05 g L<sup>-1</sup> e ácido 4-indol-3-butílico 0,05 g L<sup>-1</sup>) Manganês Biometal<sup>®</sup> (Mn na forma de um quelato de aminoácido, 62,5 g L<sup>-1</sup>), e o composto de aminoácidos Protemax<sup>®</sup> (hidrolisado

proteico, ácido fosfórico, hidróxido de potássio e água). Os produtos e as doses estão descritos na Tabela 1:

TABELA 1 – PRODUTOS UTILIZADOS NO MANEJO DA REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO DE SOJA RR E RR2, PALOTINA – PR, 2015/2016.

	Produto	Dose
1	Glyphosate + Aminoácido (Protemax®)	2880 g e.a. ha <sup>-1</sup> + 1L ha <sup>-1</sup>
2	Glyphosate + Manganês (Biometal®)	2880 g e.a. ha <sup>-1</sup> + 1L ha <sup>-1</sup>
3	Glyphosate + Stimulate®	2880 g e.a. ha <sup>-1</sup> + 250 mL ha <sup>-1</sup>

A aplicação foi realizada, no estágio fenológico V4 da cultura, sendo utilizado um pulverizador costal propelido a CO<sub>2</sub>, com pressão constante, proporcionando um volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>.

Para o primeiro experimento, foi atribuída uma nota visual de fitointoxicação aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) variando de 0 a 100% onde a nota zero é atribuída a planta sem sintoma e 100% representa a planta morta por efeito do herbicida. As notas visuais foram avaliadas de acordo com a escala de notas da Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995). Também realizou-se a medição do índice de clorofila, com auxílio de um aparelho Clorofilômetro chamado clorofiLOG (FALKER, 2008): aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA). Aos 35 dias as plantas foram retiradas, separando a raiz da parte aérea. Foram obtidas medidas de massa da matéria fresca e massa da matéria seca de parte aérea. As raízes foram lavadas e cuidadosamente os nódulos foram retirados. Avaliou-se também o número e peso de nódulos além da massa da matéria seca da raiz.

#### 4.1.2 EXPERIMENTO 02

Para o segundo experimento foi utilizado as cultivares: MONSOY 6210, TMG 7262 e BMX Ponta. O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x6 com três cultivares e seis tratamentos, contendo quatro repetições sendo cada vaso com duas plantas considerado uma repetição, totalizando 72 vasos.

Utilizou-se para o segundo experimento um tratamento sem aplicação, Roundup Ready<sup>®</sup>, Stimulate<sup>®</sup> (cinetina 0,09 g L<sup>-1</sup>, ácido giberélico 0,05 g L<sup>-1</sup> e ácido 4-indol-3-butílico 0,05 g L<sup>-1</sup>), Platinum Manganês<sup>®</sup> (92,4 g L<sup>-1</sup> Stoller<sup>®</sup>) de forma isolada e a associação do herbicida com o Stimulate<sup>®</sup> e com Platinum Manganês<sup>®</sup>. Os tratamentos e as doses utilizadas no segundo experimento estão descritos na Tabela 2:

TABELA 2 - PRODUTOS UTILIZADOS NO MANEJO DA REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO DE SOJA RR E RR2, PALOTINA – PR, 2017.

	Produto	Dose
1	Tratamento sem aplicação	0
2	Glyphosate	2880 g e.a. ha <sup>-1</sup>
3	Stimulate <sup>®</sup>	250 ml ha <sup>-1</sup>
4	Platinum Manganês <sup>®</sup>	2 L ha <sup>-1</sup>
5	Glyphosate + Stimulate <sup>®</sup>	2880 g e.a. ha <sup>-1</sup> + 250 ml ha <sup>-1</sup>
6	Glyphosate + Platinum Manganês <sup>®</sup>	2880 g e.a. ha <sup>-1</sup> + 2 L ha <sup>-1</sup>

A aplicação foi realizada, no estágio fenológico V4 da cultura, sendo utilizado um pulverizador costal propelido a CO<sub>2</sub>, com pressão constante, proporcionando um volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>.

Para o segundo experimento foi realizado medições de nota visual de fitointoxicação aos 3, 7, 14 dias após a aplicação (DAA) também seguindo a escala de notas da Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas (SBPCPD, 1995). índice de clorofila aos 3, 7, e 14 DAA e aos 14 dias foi retirada uma planta por vaso para medida de massa fresca e massa seca de parte aérea.

## 4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova), realizados os desdobramentos necessários e aplicado o teste de média de Tukey à 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se para os dois experimentos que houve interação significativa e os fatores foram dependentes.

### 5.1 EXPERIMENTO 01

Para a avaliação visual de fitointoxicação notou-se uma diferença entre os produtos, devido às características de cada cultivar. O efeito da intoxicação de glyphosate nas plantas é avaliado pelo amarelecimento da parte apical da planta, sintoma denominado “*Yellow flashing*”. Foi realizada a avaliação segundo a escala de notas da Sociedade Europeia de Pesquisa em Plantas Daninhas (EWRC, 1964), onde nota zero é atribuída a plantas que não apresentam sintoma e a nota 100 é atribuída a plantas controladas pelo herbicida.

A fitointoxicação visual foi mais pronunciada aos 7 e 14 dias após a aplicação (DAA) (TABELA 3). Aos 7 DAA tanto o regulador de crescimento quanto o aminoácido demonstraram efeitos variáveis nas cultivares estudadas, sendo que para a cultivar BRS 359 o aminoácido foi superior aos dois produtos, apresentando uma nota visual menor de fitointoxicação.

TABELA 3 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO (DAA), EM SOJA RR2 SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE E TECNOLOGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO, PALOTINA – PR, 2015/2016.

Fito 7 DAA							Fito 14 DAA						
Cultivar	Gly + S		Gly + Mn		Gly + Aa		Cultivar	Gly + S		Gly + Mn		Gly + Aa	
TMG 7062	14,50	Aab	18,75	Aa	15,50	Aab	TMG 7062	15,25	Aab	15,25	Aab	16,25	Aa
M6210	21,25	Ab	19,50	Aa	22,00	Ab	M6210	18,75	Ab	18,25	Ab	19,50	Aa
BMX Ponta	14,00	Aab	17,50	Aa	14,00	Aa	BMX Ponta	11,50	Aa	13,50	Aab	14,25	Aa
CD2720	15,25	Aab	14,50	Aa	15,25	Aab	CD2720	16,00	Aab	15,00	Aab	14,50	Aa
TMG7262	12,25	Aa	13,75	Aa	11,00	Aa	TMG7262	10,50	Aa	11,75	Aa	14,25	Aa
BRS359	14,00	Abab	18,75	Ba	13,00	Aa	BRS359	15,50	Aab	17,50	Ab	14,75	Aa
BRS388	15,25	Aab	18,50	Aa	14,25	Aa	BRS388	17,25	Ab	15,00	Aab	14,25	Aa
CD2737	12,50	Aa	15,50	Aa	13,75	Aa	CD2737	16,00	Aab	18,75	Ab	16,00	Aa
<b>MÉDIA</b>	15,6						<b>MÉDIA</b>	15,39					
<b>CV (%)</b>	21,41						<b>CV (%)</b>	16,81					

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha e de letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Gly + S: Glyphosate (2880 g e.a.  $ha^{-1}$ ) + Stimulate<sup>®</sup> (250 ml  $ha^{-1}$ ); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a.  $ha^{-1}$ ) + Manganês Biometal<sup>®</sup> (1L  $ha^{-1}$ ); Gly + Aa: Glyphosate (2880 g e.a.  $ha^{-1}$ ) + Protemax<sup>®</sup> (1L  $ha^{-1}$ )

Os resultados corroboram com os de Zobiole et al., (2011a), que observou em seu estudo parâmetros fotossintéticos maiores após a aplicação do herbicida associado com aminoácidos, quando comparado à aplicação do herbicida isolado.

Aos 21 e 28 DAA não houve diferença quanto aos produtos utilizados e aos 28 DAA observou-se a diminuição dos sintomas visuais (TABELA 4).

TABELA 4 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 21 E 28 (DAA) EM SOJA RR2 SUBMETIDA À GLYPHOSATE E TECNOLOGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO PALOTINA – PR, 2015/2016.

Fito 21 DAA														Fito 28 DAA							
Cultivar		Gly + S		Gly + Mn		Gly + Aa		Cultivar		Gly + S		Gly + Mn		Gly + Aa							
TMG 7062		12,75	Aab	12,75	Aab	14,00	Aab	TMG 7062		4,00	Aa	4,75	Aabc	4,00	Aa						
M6210		17,25	Ab	16,25	Ab	17,75	Ab	M6210		9,50	Ab	8,20	Ac	11,20	Ab						
BMX Ponta		9,00	Aa	11,50	Aab	12,00	Aab	BMX Ponta		4,75	Aa	3,50	Aab	5,75	Aa						
CD2720		13,50	Aab	12,00	Aab	11,75	Aab	CD2720		2,50	Aa	4,75	Aabc	3,25	Aa						
TMG7262		8,00	Aa	9,50	Aa	12,00	Aab	TMG7262		1,75	Aa	2,00	Aa	4,75	Aa						
BRS359		12,75	Aab	15,00	Aab	12,25	Aab	BRS359		4,00	Aa	6,25	Aabc	4,00	Aa						
BRS388		15,25	Ab	12,50	Aab	11,00	Aa	BRS388		5,75	Aab	3,75	Aab	1,75	Aa						
CD2737		13,50	Aab	16,75	Ab	13,75	Aab	CD2737		3,75	Aa	7,25	Abc	5,25	Aa						
MÉDIA				13,03				MÉDIA				4,85									
CV (%)				21,5				CV (%)				40,99									

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha e de letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Gly + S: Glyphosate (2880 g e.a.  $ha^{-1}$ ) + Stimulate<sup>®</sup> (250 ml  $ha^{-1}$ ); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a.  $ha^{-1}$ ) + Manganês Biometal<sup>®</sup> (1L  $ha^{-1}$ ); Gly + Aa: Glyphosate (2880 g e.a.  $ha^{-1}$ ) + Protemax<sup>®</sup> (1L  $ha^{-1}$ )

TABELA 5 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 35 (DAA) EM SOJA RR2 SUBMETIDA À GLYPHOSATE E TECNOLOGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO, PALOTINA – PR, 2015/2016.

Fito 35 DAA						
Cultivar	Gly + S		Gly + Mn		Gly + Aa	
TMG 7062	1,25	Aa	1,25	Aa	1,50	Aa
M6210	5,50	Bb	2,50	Aa	4,75	Bb
BMX Ponta	2,00	Aa	1,75	Aa	1,75	Aa
CD2720	0,00	Aa	0,50	Aa	0,75	Aa
TMG7262	0,25	Aa	0,50	Aa	1,00	Aa
BRS359	2,00	Aa	1,75	Aa	1,50	Aa
BRS388	2,50	Aa	1,50	Aa	0,50	Aa
CD2737	1,25	Aa	2,50	Aa	0,50	Aa
MÉDIA			1,63			
CV (%)			74,8			

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha e de letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Gly + S: Glyphosate (2880 g e.a.  $ha^{-1}$ ) + Stimulate<sup>®</sup> (250 ml  $ha^{-1}$ ); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a.  $ha^{-1}$ ) + Manganês Biometal<sup>®</sup> (1L  $ha^{-1}$ ); Gly + Aa: Glyphosate (2880 g e.a.  $ha^{-1}$ ) + Protemax<sup>®</sup> (1L  $ha^{-1}$ )

Aos 35 DAA (TABELA 5) as injúrias visuais causadas pela aplicação do herbicida já haviam diminuído consideravelmente e apenas a cultivar Monsoy 6210

apresentou um leve sintoma de intoxicação quando tratada com o biorregulador e com o aminoácido, demonstrando neste caso a eficiência do manganês.

Krenchinski et al., (2017) observaram que a cultivar M6210 foi a cultivar que apresentou maior sintoma de fitointoxicação com a aplicação de glyphosate na dose de 2.160 g e.a. ha<sup>-1</sup>, de acordo com os dados do presente estudo.

Para a massa da matéria fresca de parte aérea (TABELA 6) não foram observadas diferenças entre os produtos, porém novamente cada cultivar, devido suas características, apresentou um comportamento distinto. Para massa da matéria seca de parte aérea o Manganês foi mais eficiente nas cultivares BMX Ponta e BRS 388, enquanto o aminoácido se destacou nas cultivares BRS 388 e CD 2737, na qual, também foi observado um efeito positivo do Stimulate<sup>®</sup>.

Zobiole et al (2010) observaram que a biomassa seca da parte aérea e de raiz são severamente reduzidas após a aplicação de glyphosate, porém este efeito foi menor quando aplicado aminoácido em associação com o herbicida, corroborando com dados do presente estudo.

Para a variável de massa seca de raízes (TABELA 7), o biorregulador apresentou bons resultados na cultivar BRS 359 enquanto o Aminoácido foi superior aos demais produtos quando aplicado à cultivar BRS 388. As demais cultivares não apresentaram diferença quanto a aplicação dos produtos.

TABELA 6 - MASSA DA MATÉRIA FRESCA E MASSA DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (PA) EM GRAMAS, EM SOJA RR2 SUBMETIDA À GLYPHOSATE E TECNOLOGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO, PALOTINA – PR, 2015/2016.

CV	Massa da matéria Fresca PA (g)			Massa da matéria Seca PA (g)		
	Gly + S	Gly + Mn	Gly + Aa	Gly + S	Gly + Mn	Gly + Aa
TMG 7062	161 Ac	144 Aab	180,5 Ab	38 Ab	29,25 Aab	40,5 Ac
M6210	101 Aab	113,5 Aa	117,5 Aa	19 Aa	26,25 Aab	23,75 Aab
BMX Ponta	156 Abc	173,5 Ab	127,5 Aab	31 ABab	38,5 Bb	26,5 Aabc
CD2720	161 Ac	152,5 Aab	152,5 Aab	33,5 Aab	33 Aab	31 Aabc
TMG7262	126,5 Aabc	148 Aab	106,5 Aa	26,5 Aab	31 Aab	22 Aa
BRS359	147,5 Aabc	141 Aab	164,5 Aab	36 Ab	32,5 Aab	37 Abc
BRS388	89 Aa	174 Ab	160 Aab	25,5 Aab	40,5 Bb	37,25 Bbc
CD2737	160,5 Ac	113,5 Aa	137,5 Aab	35 Bb	21,5 Aa	33 Babc
<b>MÉDIA</b>		142,04			31,16	
<b>CV (%)</b>		18,74			21,54	

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha e de letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente (p<0,05) pelo teste de Tukey. Gly + S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate<sup>®</sup> (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Manganês Biometal<sup>®</sup> (1L ha<sup>-1</sup>); Gly + Aa: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Protemax<sup>®</sup> (1L ha<sup>-1</sup>)

TABELA 7 - MASSA DA MATÉRIA SECA DE RAÍZES (RA) EM GRAMAS DAS CULTIVARES DE SOJA RR SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE ASSOCIADO AOS PRODUTOS DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO, PALOTINA – PR, 2015/2016.

CV	Massa da matéria Seca RA (g)					
	Gly + S		Gly + Mn		Gly + Aa	
TMG 7062	7,42	Aab	4,41	Aa	3,77	Aab
M6210	2,54	Aa	4,71	Aa	1,92	Aa
BMX Ponta	5,25	Aab	4,28	Aa	1,97	Aa
CD2720	6,72	Aab	4,56	Aa	6,30	Aab
TMG7262	2,52	Aa	5,55	Aa	2,18	Aa
BRS359	9,21	Bb	3,58	Aa	6,17	Abab
BRS388	2,66	Aa	5,76	Aba	8,91	Bb
CD2737	6,34	Bab	2,02	Aa	4,79	Abab
<b>MÉDIA</b>	4,73					
<b>CV (%)</b>	52,63					

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha e de letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Gly + S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Manganês Biometal® (1L ha<sup>-1</sup>); Gly + Aa: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Protemax® (1L ha<sup>-1</sup>)

Na avaliação de número de nódulos (TABELA 8), o Manganês destacou-se nas cultivares MONSOY 6210 e BMX Ponta, as quais apresentaram maior número de nódulos, porém não foram observadas diferenças no peso destes nódulos.

TABELA 8 - NÚMERO E MASSA SECA DE NÓDULOS (g) DAS CULTIVARES DE SOJA RR SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE ASSOCIADO AOS PRODUTOS DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO, PALOTINA – PR, 2015/2016.

CV	Número de nódulos			Peso de nódulos (g)		
	Gly + S	Gly + Mn	Gly + Aa	Gly + S	Gly + Mn	Gly + Aa
TMG 7062	202,25 Aa	144,00 Aa	186,25 Aa	2,37 Aa	1,51 Aa	2,03 Aa
M6210	256,00 Aa	419,00 Bb	219,50 Aa	2,34 Aa	2,81 Aa	2,25 Aa
BMX Ponta	220,25 Aba	287,75 Bab	134,50 Aa	2,72 Aa	3,09 Aa	1,94 Aa
CD2720	204,00 Aa	157,25 Aa	139,25 Aa	2,96 Aa	2,11 Aa	2,27 Aa
TMG7262	135,00 Aa	181,00 Aa	151,50 Aa	1,74 Aa	2,35 Aa	2,23 Aa
BRS359	238,00 Aa	207,00 Aa	271,00 Aa	2,67 Aa	1,43 Aa	2,95 Aa
BRS388	194,50 Aa	247,50 Aab	265,25 Aa	2,43 Aa	2,52 Aa	2,92 Aa
CD2737	226,00 Aa	181,25 Aa	157,00 Aa	2,10 Aa	1,50 Aa	1,66 Aa
<b>MÉDIA</b>	209,38			2,92		
<b>CV (%)</b>	42,46			35,64		

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha e de letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Gly + S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Manganês Biometal® (1L ha<sup>-1</sup>); Gly + Aa: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Protemax® (1L ha<sup>-1</sup>)

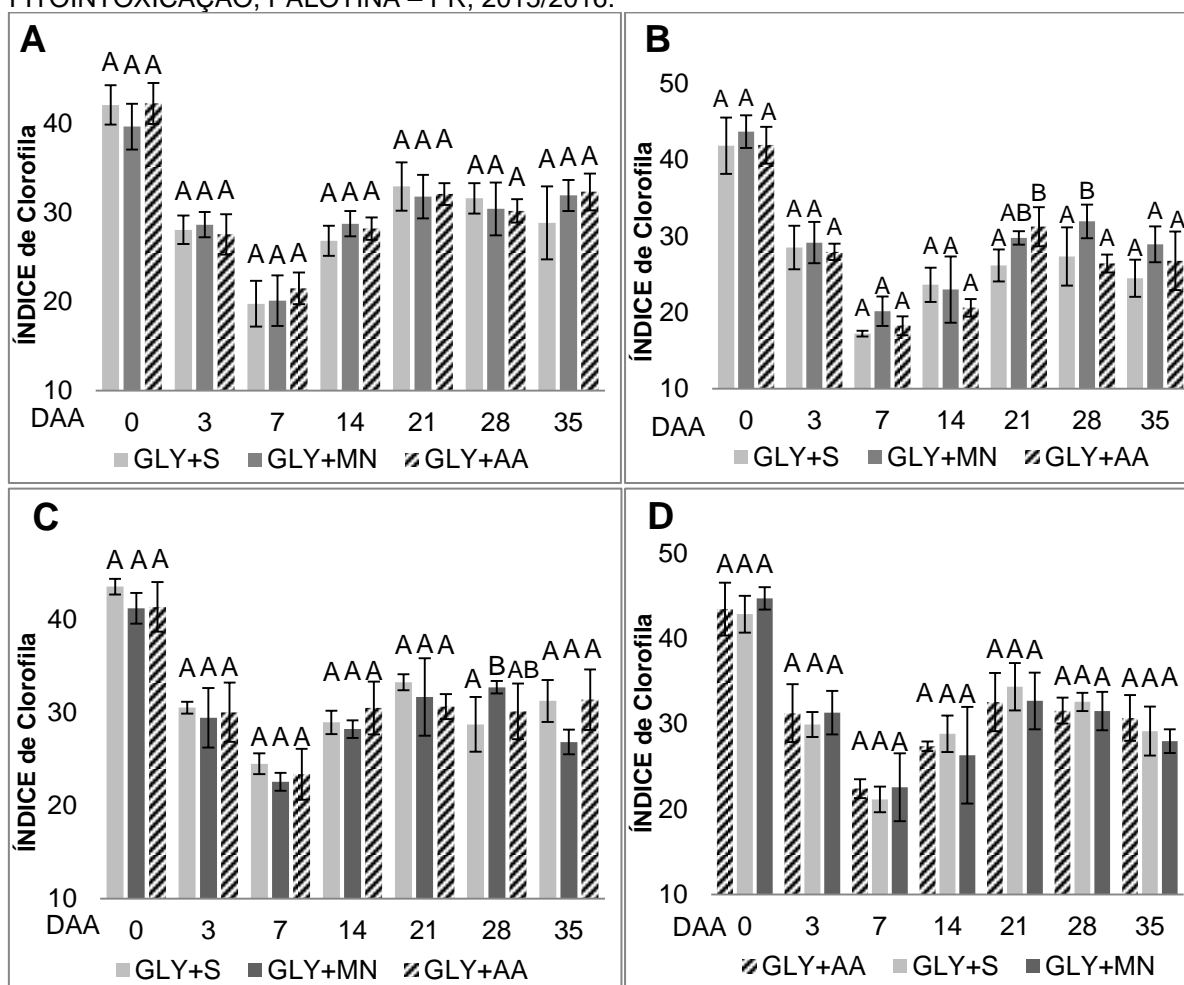
Assim como para as demais variáveis analisadas, o ÍNDICE de clorofila teve um comportamento diferente em relação aos produtos para cada uma das cultivares,



não sendo possível observar uma tendência. Aos 7 DAA teve-se um grande decréscimo no índice de clorofila. Para as cultivares TMG 7062 e CD 2720 os produtos utilizados não diferiram entre si.

A cultivar M6210 apresentou diferença aos 21 e 28 DAA, apresentando melhor resposta a associação de glyphosate com aminoácido. Já a cultivar BMX Ponta apresentou comportamento diferente, aos 28 DAA a cultivar foi mais responsiva à aplicação de glyphosate associado ao manganês (FIGURA 1).

FIGURA 1 - ÍNDICE DE CLOROFILA DAS CULTIVARES: TMG 7062 (A), MONSOY 6210 (B), BMX PONTA (C) E CD 2720 (D), SUBMETIDAS AO GLYPHOSATE E TECNOLOGIA DE REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO, PALOTINA – PR, 2015/2016.

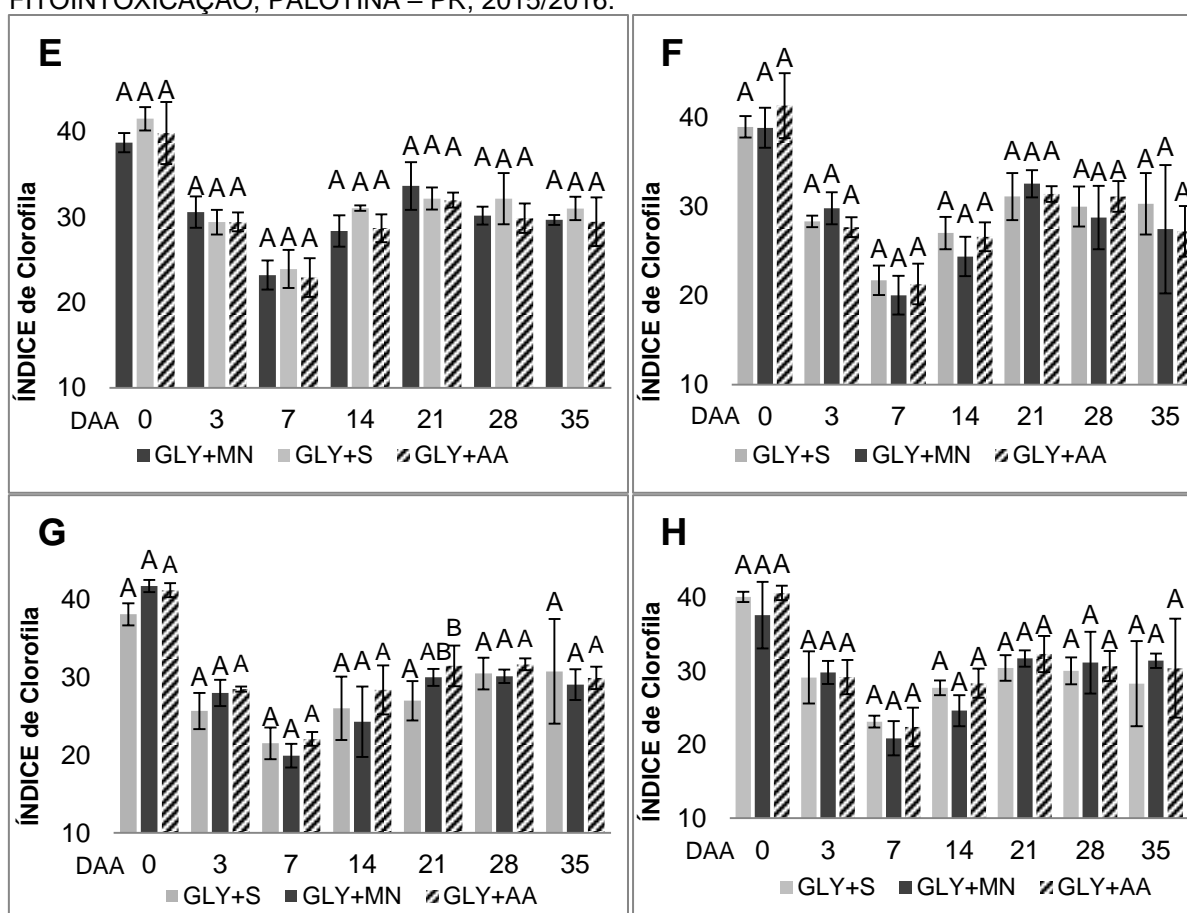


Gly + S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Manganês Biometal® (1L ha<sup>-1</sup>); Gly + Aa: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Protemax® (1L ha<sup>-1</sup>)

As cultivares TMG 7262, BRS 359 e CD 2737 (FIGURA 2) não diferiram quanto a aplicação dos produtos. Para a BRS 388 observou-se aos 21 DAA que a aplicação de glyphosate associado ao aminoácido proporcionou maior índice de clorofila, comprovando a eficiência do produto.

A utilização de produtos para reversão de fitointoxicação se mostrou eficiente. A aplicação dos produtos apresentou-se satisfatória na maioria dos componentes avaliados, porém respostas distintas em cada cultivar, caracterizando a dependência de resposta em função do genótipo. Estas tecnologias são algumas das opções disponíveis no mercado para que o produtor possa realizar um bom manejo da sua lavoura, e que além da reversão do fitointoxicação podem proporcionar outros benefícios. Neste aspecto são necessárias mais pesquisas na área para investigar como estas tecnologias podem incrementar a produtividade.

FIGURA 2- ÍNDICE DE CLOROFILA DAS CULTIVARES TMG 7262 (E), BRS 359 (F), BRS 388 (G) E CD 2737 (H), SUBMETIDAS AO GLYPHOSATE E TECNOLOGIA DE REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO, PALOTINA – PR, 2015/2016.



Gly + S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Manganês Biometal® (1L ha<sup>-1</sup>); Gly + Aa: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Protemax® (1L ha<sup>-1</sup>)

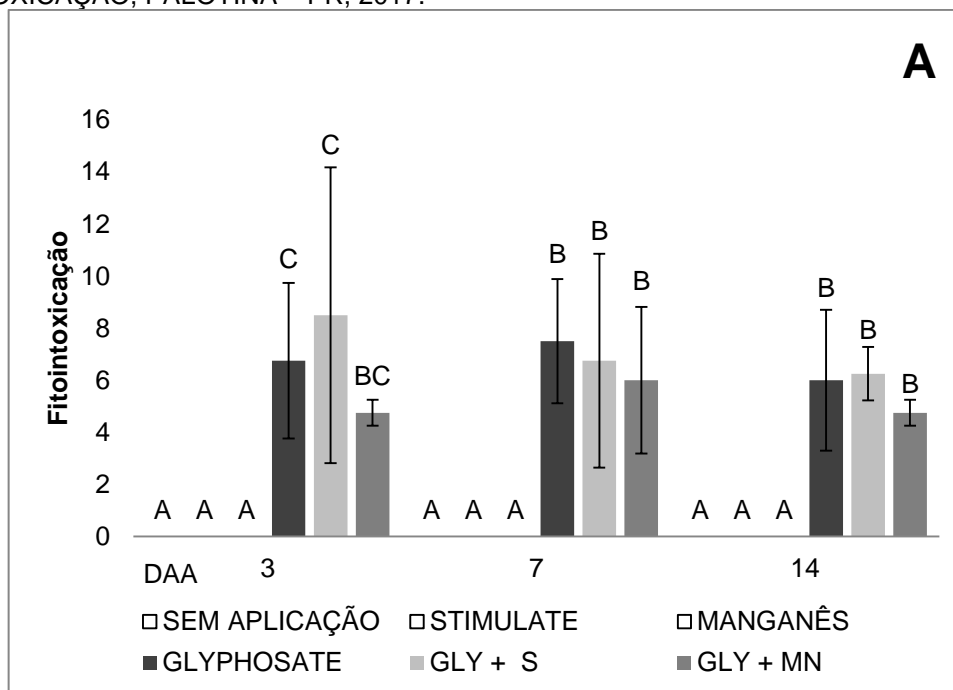
## 5.2 EXPERIMENTO 2

Para as avaliações de nota visual de fitointoxicação não foram observadas diferenças entre as tecnologias. O sintoma da aplicação de glyphosate no segundo experimenta em geral, teve menor intensidade e duração.

Observou-se que para a cultivar M6210 (FIGURA 3) aos 3 DAA o glyphosate associado com manganês se mostrou mais eficiente quando comparado ao regulador vegetal, mesmo não diferindo entre os produtos a nota de fitointoxicação foi em geral menor, do mesmo modo para a cultivar BMX Ponta (FIGURA 4).

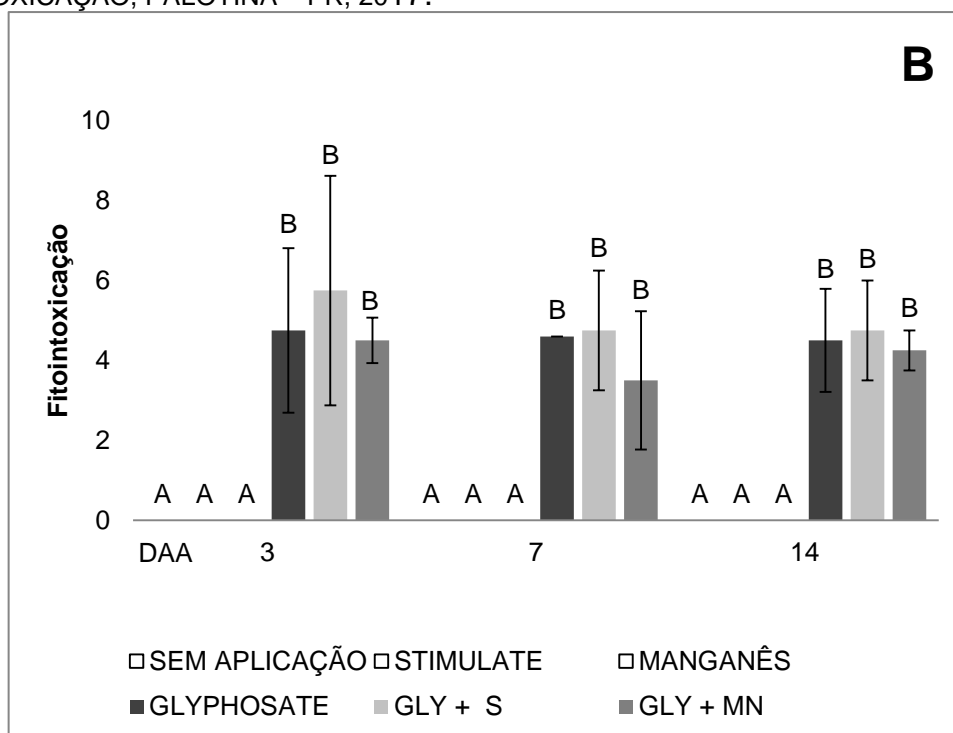
Já na cultivar TMG 7262 (FIGURA 5) foi observado um comportamento contrário às demais. Para esta condição, a aplicação dos produtos reversores culminou em maiores notas de fitointoxicação quando comparados à aplicação do herbicida de forma isolada. Tal fato pode ter ocorrido devido à baixa resposta da cultivar as tecnologias utilizadas, conforme avaliado no primeiro experimento. A aplicação do regulador de crescimento pode ter causado um desbalanço hormonal promovendo a fitointoxicação do glyphosate.

FIGURA 3 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR MONSOY 6210 (A) SUBMETIDA À APLICAÇÃO DAS TECNOLGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO, PALOTINA – PR, 2017.



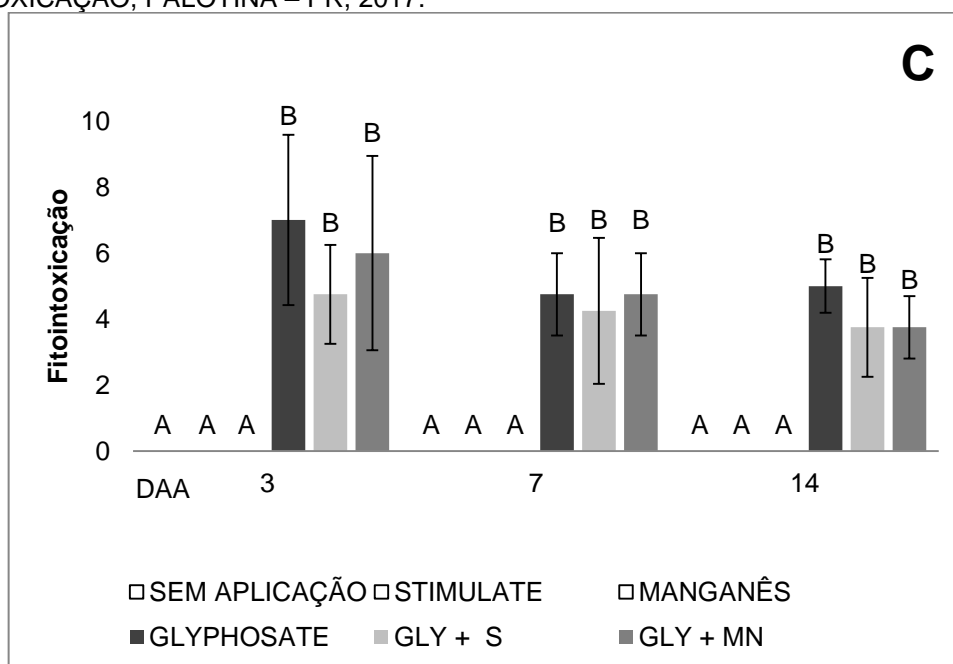
Gly+S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>)

FIGURA 4 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR BMX PONTA (B) SUBMETIDA À APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO, PALOTINA – PR, 2017.



Gly+S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>)

FIGURA 5 - NOTA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO AOS 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR TMG 7262 (C) SUBMETIDA À APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO MANEJO DE REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO, PALOTINA – PR, 2017.



Gly+S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>)

Para massa da matéria fresca de parte aérea (PA) e de raízes, em gramas (g), também não foram observadas diferenças entre os produtos para cada cultivar (TABELA 9).

TABELA 9 - MASSA DA MATÉRIA FRESCA DE PARTE AÉREA (PA) (g) DE SOJA RR E RR2 SUBMETIDAS A TRATAMENTOS VISANDO MANEJO DA REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO DE GLYPHOSATE, PALOTINA – PR, 2017.

CV	S.A.	Massa da matéria Fresca PA (g)				
		S	Mn	Gly	Gly +S	Gly + Mn
M6210	11,15 Aa	10,94 Aa	10,04 Aa	9,31 Aa	9,008 Aa	10,26 Aa
TMG 7062	16,64 Aa	15,77 Aa	15,04 Aa	19,69 Ab	15,52 Ab	13,74 Aa
BMX Ponta	14,09 Aa	15,44 Aa	14,76 Aa	15,16 Aab	13,18 Aab	13,6 Aa
<b>MÉDIA</b>				13,522		
<b>CV (%)</b>				26,95		

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha e de letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. S.A.: Tratamento sem aplicação; S: Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Mn: Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>); Gly : Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>); Gly+S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>)

Para a massa da matéria seca de raiz (TABELA 10), a aplicação de glyphosate ocasionou redução na massa de raiz para a cultivar M 6120 e a associação de manganês com o glyphosate mostrou-se eficiente para o aumento de massa. As cultivares TMG 7062 e BMX Ponta apresentaram comportamento contrário, aumentando a massa de raízes após a aplicação de glyphosate sendo que tanto o Stimulate quanto o manganês não apresentaram resultados satisfatórios.

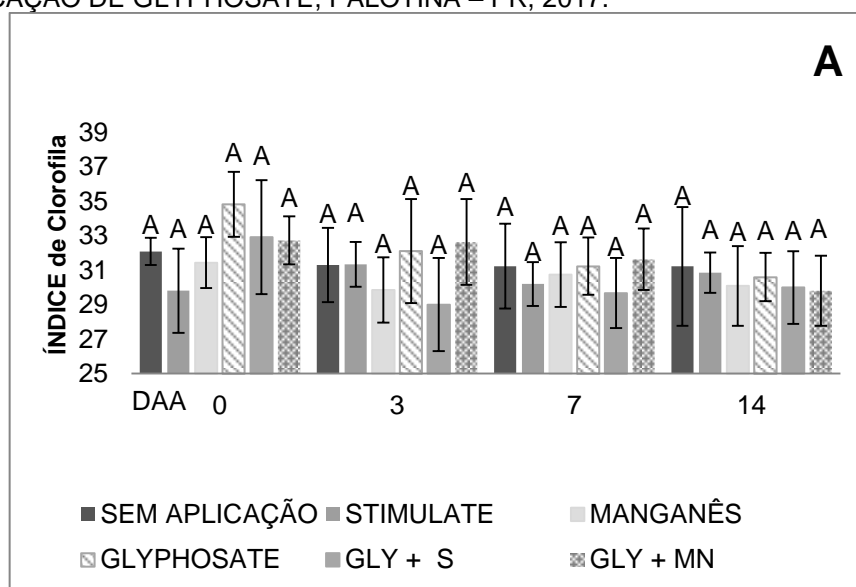
TABELA 10 – MASSA DA MATÉRIA SECA DE RAIZ (RA) (g) DE SOJA RR E RR2 SUBMETIDAS A TRATAMENTOS VISANDO MANEJO DA REVERSÃO DA FITOINTOXICAÇÃO DE GLYPHOSATE, PALOTINA – PR, 2017.

CV	S. A.	Massa da matéria Seca RA (g)				
		S	Mn	Gly	Gly +S	Gly + Mn
M6210	1,57 Aa	1,42 Aa	1,34 Aa	1,22 Aa	1,22 Aa	1,37 Aa
TMG 7062	2,31 Aa	2,08 Aa	2,45 Ab	2,70 Ab	1,69 Aa	1,75 Aab
BMX Ponta	2,11 Aa	2,28 Aa	2,31 Ab	2,48 Ab	2,06 Aa	2,31 Ab
<b>MÉDIA</b>				1,9457		
<b>CV (%)</b>				27,75		

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha e de letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. S.A.: Tratamento sem aplicação; S: Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Mn: Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>); Gly : Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>); Gly+S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>)

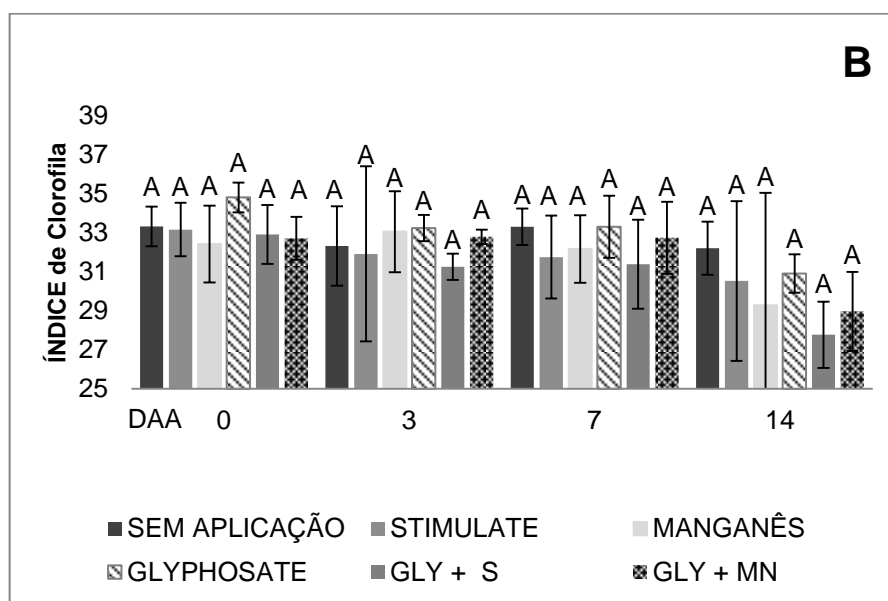
Avaliou-se no segundo experimento os índices de clorofila nos tratamentos sem aplicação, com regulador de crescimento e com micronutriente, assim como para o herbicida e suas associações. Os produtos utilizados não diferiram nas cultivares testadas, e cada cultivar teve um comportamento distinto não sendo possível observar uma tendência. A associação de glyphosate com Stimulate® aos 7DAA apresentou maior índice de clorofila para a cultivar TMG 7262.

FIGURA 6 - ÍNDICE DE CLOROFILA AOS 0, 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR MONSOY 6210 (A) SUBMETIDA A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO MANEJO DA REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DE GLYPHOSATE, PALOTINA – PR, 2017.



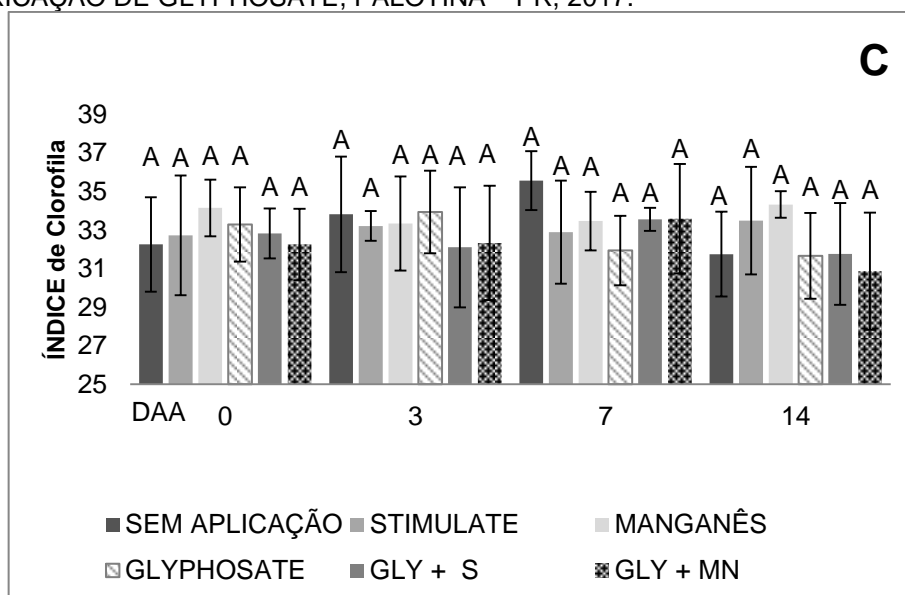
Tratamento sem aplicação; Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>); Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>); Gly+S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>)

FIGURA 7 - ÍNDICE DE CLOROFILA AOS 0, 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR BMX Ponta (B) SUBMETIDA A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO MANEJO DA REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DE GLYPHOSATE, PALOTINA – PR, 2017.



Tratamento sem aplicação; Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>); Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>); Gly+S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>)

FIGURA 8 - ÍNDICE DE CLOROFILA AOS 0, 03, 07 E 14 DAA NA CULTIVAR TMG 7262 (C) SUBMETIDA A APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO MANEJO DA REVERSÃO DE FITOINTOXICAÇÃO DE GLYPHOSATE, PALOTINA – PR, 2017.



Tratamento sem aplicação; Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>); Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>); Gly+S: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Stimulate® (250 ml ha<sup>-1</sup>); Gly + Mn: Glyphosate (2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) + Platinum Manganês® (2L ha<sup>-1</sup>)

Observou-se no que a fitointoxicação no segundo experimento, em geral foi menos pronunciada em relação ao primeiro, tornando mais difícil um posicionamento à respeito das tecnologias, uma vez que o comportamento das cultivares é muito distinto e depende, além de suas características genotípicas, das condições do ambiente.

### 5.3 DISCUSSÃO GERAL

Observaram-se para os dois experimentos que houve interação significativa e os fatores foram dependentes. Para a variável de fitointoxicação, observou-se que a injúria visual causada pela aplicação do herbicida foi menos severa e teve menor duração no segundo experimento. Albrecht et al., (2014b) citam que a intensidade e a duração da fitointoxicação pode estar relacionada também à fatores externos, como condições meteorológicas.

Estudos realizados por Albrecht et al. (2014 b), em Palotina na safra 2011/12 não demonstraram efeitos visuais pronunciados após aplicação do glyphosate em diferentes doses e formulações, sendo os efeitos visuais não perceptíveis nas condições analisadas. Nas condições do segundo experimento não houve diferença para os índices de clorofila, quanto à aplicação do glyphosate isolado e em associação com as tecnologias, o que reflete no sintoma de injúria visual, ou fitointoxicação.

A cultivar BMX Ponta apresentou maior tolerância à aplicação de glyphosate, em contrapartida a cultivar Monsoy 6210 apresentou-se como mais suscetível a fitointoxicação. Zobiole et al., (2010a) aponta que a resposta de cada cultivar pode estar relacionada ao seu grupo de maturação. As cultivares de ciclo precoce são mais afetadas pela fitointoxicação do que as cultivares de ciclo longo, devido ao maior período para a desintoxicação pelo glyphosate ou pelo AMPA, que se forma como produto da degradação do glyphosate. Deste modo no presente estudo pode-se observar que a cultivar M6210 de ciclo precoce sofreu mais injúrias após a aplicação do herbicida.

Os sintomas visuais podem ser causados devido à imobilização de cátions divalentes, como ferro e manganês devido ao fato do glyphosate ser um ácido fosfônico que quela cátions, segundo Merotto et al., (2015). A duração do efeito



também está relacionada a capacidade da planta em absorver os elementos imobilizados pelo glyphosate. Para o primeiro experimento a injúria visual diminuiu consideravelmente aos 28 dias depois da aplicação, quando realizada no período vegetativo, corroborando com os dados de Krenchinski et al., (2017); Albrecht (2014); Albrecht et al., (2014b); porém Zobiole et al., (2012) notaram danos até o estágio R1 em soja RR.

As cultivares utilizadas tiveram diferentes comportamentos, sendo algumas mais sensíveis e outras mais tolerantes a aplicação de glyphosate e dos produtos de reversão, corroborando com dados de Krenchinski et al., (2017) que reflete no comportamento distinto quanto à resposta genotípica aos manejos também.

O sintoma de fitointoxicação visual tem relação linear com a dose do herbicida. Krenchinski et al., (2017) citam que os efeitos fitotóxicos observados em seu estudo foram maiores na maior dose de glyphosate utilizada. Assim como no presente estudo, os autores observaram que os sintomas da fitointoxicação aos 35 DAA já haviam diminuído significativamente, devido a uma recuperação da planta.

O índice de clorofila foi afetado em ambos os experimentos. A associação de glyphosate com manganês proporcionou um resultado satisfatório, culminando em aumento no índice de clorofila. O glyphosate possui um efeito negativo linear no índice de clorofila, uma vez que o herbicida pode causar danos nos cloroplastos. Outra hipótese é de que o herbicida quebra os íons catiônicos, como o ferro, e as enzimas requeridas para a biossíntese de clorofila ocorrer (catalase e peroxidase) são extremamente sensíveis à deficiência deste micronutriente (Reddy et al., 2004).

Para algumas cultivares o uso do aminoácido implicou em incremento no índice de clorofila, conforme dados de Zobiole et al., (2011) e Zobiole et al., (2010) que demonstram que a aplicação de aminoácidos em associação com o glyphosate ou logo depois da mesma obteve parâmetros fotossintéticos superiores em relação a aplicação do herbicida. Demonstrando que de modo geral a aplicação exógena de aminoácido pode ser uma estratégia de redução dos efeitos fitotóxicos do herbicida para algumas cultivares de soja RR.

Constituintes estruturais das proteínas, os aminoácidos possuem diversas funções nas plantas, das quais citam-se as principais: síntese de proteínas, compostos intermediários de hormônios vegetais. Alguns aminoácidos são precursores de compostos fenólicos relacionados à resistência das plantas contra condições de estresse como vento, chuva ou estresses causados por herbicida. O

triptofano por exemplo, é um aminoácido precursor do ácido indolacético (auxina), promotor de crescimento vegetal (CASTRO; CARVALHO, 2014).

Observou-se para o primeiro experimento uma resposta à aplicação de glyphosate associado com manganês na massa de parte aérea e de raiz, porém tal efeito foi significativo apenas para algumas cultivares. A massa de plantas também decresce devido à aplicação de glyphosate, bem como o acúmulo nos órgãos de interesse, comprometendo a produtividade e a qualidade das sementes obtidas (ALBRECHT, 2014a; ALBRECHT et al. 2014b).

A aplicação de Stimulate forneceu resposta na massa seca de parte aérea e também na massa seca de raízes para o primeiro experimento. As respostas à aplicação de Stimulate® em associação estão de acordo com os resultados obtidos por Albrecht et al., (2011). Os teores de óleo e proteína das sementes podem ser alterados pelo uso de biorreguladores.

Associação de bioestimulantes em associação com glyphosate proporciona modificações, por ter ação fisiológica direta nas plantas, principalmente quando a aplicação é realizada via foliar no estágio vegetativo. As plantas que estão em equilíbrio hormonal possuem crescimento adequado de parte aérea e de sistema radicular, com um bom desenvolvimento de estruturas vegetativas e reprodutivas (ALBRECHT et al., 2012b; ALBRECHT et al., 2010a), conforme observado no presente estudo.

O glyphosate afeta a nodulação, pois o microrganismo fixador de nitrogênio *Badyhizobium japonicum* possui sensibilidade a aplicação do herbicida (Zobiolo et al., 2010). Um dos parâmetros para avaliação da eficiência de nodulação é a biomassa seca de nódulos, que, nas condições do presente experimento não demonstrou diferença entre os produtos utilizados.

O acúmulo de glyphosate nas raízes resulta na formação de um complexo imóvel de Fe e Mn com o herbicida limitando o transporte desses nutrientes. Zobiolo et al. (2009) observaram uma redução nos teores de micronutrientes (Zn, Mn, Fe, Cu e B) numa cultivar de maturação precoce após aplicação do glyphosate. Segundo os autores o glyphosate é translocado das folhas até as raízes, onde fica acumulado, e este fator afeta o transporte dos elementos metálicos.

A aplicação de manganês via foliar aumentou a produção de matéria seca de plantas, assim como estudos de Oliveira Junior et al. (2000). Tal associação também proporcionou maior número de nódulos por planta. A aplicação de glyphosate pode

prejudicar a simbiose entre as bactérias fixadoras (rizóbio) e a soja. O manganês possui função de cofator na ativação de várias enzimas, sendo este micronutriente responsável pelo comando da biossíntese de aminoácidos e produtos secundários, como os flavonoides. Os flavonoides, por sua vez, agem nos extratos radiculares estimulando a nodulação, deste modo a deficiência de manganês e o estresse sofrido pela planta sinalizam às bactérias simbióticas que interrompem o processo de fixação biológica de nitrogênio (ALBRECHT; ÁVILA, 2010b).

Os resultados do presente estudo contribuem no avanço de novas tecnologias, no entanto, se fazem necessários mais estudos com estas tecnologias e também com outros produtos e formulados para realização de um posicionamento mais seguro.

A associação de glyphosate com tecnologias que auxiliam no manejo da reversão de fitointoxicação é uma alternativa para diminuir as injúrias causadas pelo herbicida à soja RR, neste sentido a avaliação destas tecnologias nas respostas de produtividade da cultura auxilia na tomada de decisão, além de constituírem uma importante ferramenta disponível aos produtores no manejo da lavoura.

## 6 CONCLUSÕES

Devido às características diferenciadas de cada cultivar, foi possível observar comportamentos distintos devido à aplicação dos produtos. Observou-se maior sintoma visual de fitointoxicação aos 7 e 14 DAA, o qual diminuiu gradativamente, bem como foi observado para o índice de clorofila, uma vez que o sintoma visual é reflexo do estresse sofrido pela planta.

O manganês em associação com o glyphosate foi eficiente nas avaliações de nota visual de fitointoxicação, na massa seca de plantas e no índice de clorofila. A associação com o regulador de crescimento e com o aminoácido proporcionaram aumento na massa seca de raízes e no índice de clorofila.

A partir dos dados obtidos no presente estudo tem-se um direcionamento para novos estudos utilizando as tecnologias avaliadas visando conhecer a resposta da cultura em produtividade.

## REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, A. J. P. **Comportamento da soja RR em distintos ambientes de produção submetida a diferentes manejos, formulações e doses de glyphosate**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba – SP. 2014 (a).
- ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; KRENCHINSKI, F. H.; PLACIDO, H. F.; LORENZETTI, J. B.; VICTORIA FILHO, R.; BARROSO, A. A. M. Behavior of RR soybeans subjected to different formulations and rates of glyphosate in the reproductive period. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 4, p. 851-859, 2014 (b).
- ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; BRACCINI, A. L.; OLIVEIRA JR., R. S.; ZOBIOLE, L. H. S.; ÁVILA, M. R. The role of glyphosate in RR soybean production and seed quality. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 401-407, 2014 (c).
- ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; BARROSO, A. A. M.; VICTORIA FILHO, R. O milho RR2 e o glyphosate: Uma revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.1, p.58-67, 2014 (d).
- ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; VICTORIA FILHO, R. Soja RR e o Glyphosate. In: ALBRECHT, L. P.; MISSIO, R. F. **Manejo de cultivos transgênicos**. UFPR, Curitiba – PR, cap. 2, p. 25 a 45. 2013 (a).
- ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; BAZO, G. L.; VIEIRA, P. V. D.; INTROVINI, E. P.; GASPAROTTO, A. C. Desempenho das sementes de feijão-vagem tratadas com biorregulador. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama - PR, v.2, n.2, p.241-250, 2013 (b).
- ALBRECHT, L. P.; ALONSO, D. G.; ALBRECHT, A. J. P.; OLIVEIRA, R. S.; BRACCINI, A. L.; CONSTANTIN, J. Glyphosate e associações em pós-emergência no desempenho agrônomo e na qualidade das sementes de soja RR®. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 139-146, 2012 (a).
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P. Biorregulador na composição química na produtividade de grãos de soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza – CE, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012 (b).
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; RICCI, T. T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 27, n. 6, p. 865-876, Nov./Dec. 2011.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; BARBOSA, M. C. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina – PR, v. 32, n. 4, p. 039 - 048, 2010 (a).
- ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R. Manejo de glyphosate em soja RR e a qualidade de sementes. **Informativo Abrates**. v.20, n.1,2 p.045 - 054, 2010 (b).

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; ÁVILA, M. R.; BARBOSA, M. C.; RICCI, T. T.; ALBRECHT, A. J. P. Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 3, 2009.

ANDRADE, G. J. M.; ROSOLEM, C. A. Absorção de manganês em soja RR sob efeito do glifosato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa- MG, v.35, n.3, 2011.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; ARF, O.; JUNIOR, E. F.; COLOMCO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas - SP, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.

CASTRO, P. R. C.; CARVALHO, M. E. A. **Aminoácidos e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, Série Produtor Rural, nº 57, 58p. 2014.

CELERES. **3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17**. Abril, 2017. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/3o-levantamento-de-adoacao-da-biotecnologia-agricola-no-brasil-safra-201617/>> Acesso em: 01/05/2017.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília - DF, V. 4 Safra 2016/17 - Oitavo levantamento, p. 1-144, 2017.

COUTINHO, C. B.; MAZZO, L. H.; Complexos metálicos com o herbicida glifosato: revisão. **Química Nova**, São Paulo – SP, v. 28, n. 6, p. 1038-1045, 2005.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Glyphosate e adubação foliar com manganês na cultura da soja transgênica. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 4, p. 721-727, 2009.

FALKER, **Automação agrícola. Manual do medidor eletrônico de ÍNDICE clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre, 2008. 33p. Disponível em: <<http://www.falker.com.br/produto-clorofilog-medidor-clorofila.php>>. Acesso em: 10/07/2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da Produção Agrícola**. 72p. Janeiro, 2017.

KREMER, R. J.; MEANS, N. E.; KIM, S. Glyphosate affects soybean root exudation and rhizosphere microorganisms. **International Journal of Analytical Environmental Chemistry**, v. 85, n. 15, p. 1165-1174, 2005.

KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; CESCO, V. J. S.; RODRIGUES, D. M.; PORTZ, R. L.; ZOBIOLE, L. H. S. Glyphosate affects chlorophyll, photosynthesis and water use of four Intacta RR2 soybean cultivars. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 39, n. 2, p. 63, 2017.

GAZZIEIRO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. **Indicações para o uso de glyphosate em soja transgênica**. Embrapa Soja - Circular técnica 49. ISSN 1516-7860. Londrina – PR, Brasil, 2007.

MEROTTO, A. JR.; WAGNER, J.; MENEGUZZI, C. Efeitos do herbicida glifosato e da aplicação foliar de micronutrientes em soja transgênica. **Bioscience Journal**, Uberlândia - MG, v. 31, n. 2, p. 499-508, 2015.

MONSANTO. **Soja RR2IPRO**. Monsanto technology development. 2017. Disponível em: < [www.intactarr2pro.com.br](http://www.intactarr2pro.com.br) > Acesso em: 01/05/2017.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. **Mecanismo de ação de herbicidas**. Cap. 7. In: Biologia e manejo de plantas daninhas, Curitiba – PR. Omnipax, 348 p. 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, J. A.; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C. P. Efeitos do manganês sobre a soja cultivada em solo de cerrado do Triângulo Mineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 35, n. 8, p. 1629-1636, 2000.

PADGETTE, S.R.; KOLACZ, K. H.; DELANNAY, X; LAVALLEE, D. B. R. J.; TINIUS, C. N.; RHODES, W. K.; OTERO, Y. I.; BARRY, G. F.; EICHHOLTZ, D. A.; PESCHKE, V. M.; NIDA, D. L.; TAYLOR, N. B.; KISHORE, G. M. Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line. **Crop Science**, Madison, v.35, p.1451-1461, 1995.

REDDY, K. N.; RIMANDO, A. M.; DUKE, S. O. Aminomethylphosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 52, n. 16, p. 5139-5143, 2004.

REIS, T. C.; NEVES, A. F.; ANDRADE, A. P.; SANTOS, T. S. Efeitos de fitotoxidade na soja RR tratada com formulações e dosagens de Glyphosate. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão – SE, v. 10, n.1 - 1º Semestre 2010.

STEFANELLO, F. F.; MARCHETTI, M. E.; SILVA, E. F.; STEFANELLO, J.; DORETO, R. B. S.; NOVELINO, J. O. Efeito de glyphosate e manganês na nutrição e produtividade da soja transgênica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 32, n. 3, p. 1007-1014, 2011.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR., R.S., CONSTANTIN, J., OLIVEIRA JR, A., CASTRO, C., OLIVEIRA, F.A., KREMER, R.J., MOREIRA, A. e ROMAGNOLI, L.M. Acúmulo de nutrientes em soja convencional e soja RR em diferentes tipos de controle de planta daninha. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 75-85, 2012.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F. Prevenção de injúrias causadas por glyphosate em soja RR por meio do uso de aminoácido. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, n.1, 2011 (a).

ZOBIOLE, L. H. S.; KREMER, R. J.; OLIVEIRA JR. R. S.; CONSTANTIN, J. Glyphosate effects on photosynthesis, nutrient accumulation, and nodulation in glyphosate-resistant soybean. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**. 2012, v.175, p. 319–330, 2011 (b).

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; KREMER, R. J. Uso de aminoácido exógeno na prevenção de injúrias causadas por glyphosate na soja RR. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 643-653, 2010 (a).

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR., R. S.; KREMER, R. J.; CONSTANTIN, J.; BONATO, C. M.; MUNIZ, A. S. Water use efficiency and photosynthesis of

glyphosate-resistant soybean as affected by glyphosate. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 97 p. 182–193, 2010 (b).

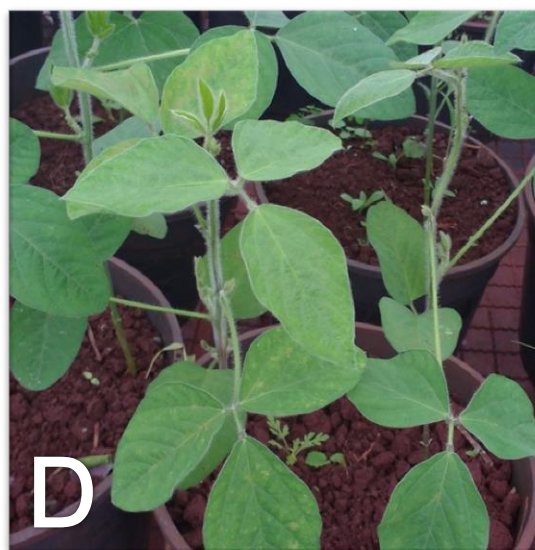
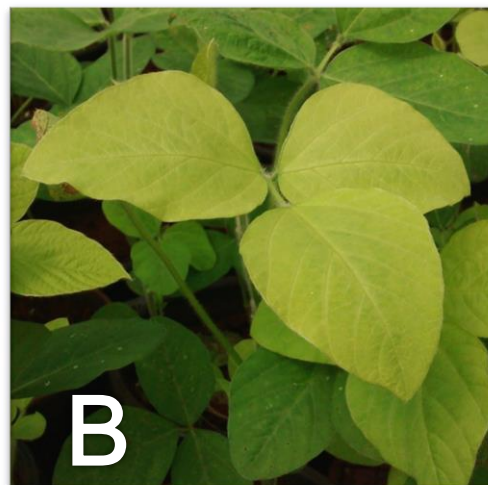
ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR. S. O.; HUBER, D. M.; CONSTANTIN, J.; CASTO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVIA, A. O. J. Glyphosate reduces shoot . concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. **Plant Soil**. Published online. July, 2009 (a).

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR, R. S.; KREMER, R. J.; CONSTANTIN, J.; YAMADA, T.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, JR. A. Effect of glyphosate on symbiotic N<sub>2</sub> fixation and nickel concentration in glyphosate-resistant soybeans. **Applied Soil Ecology**, v. 44, n. 2. 2009 (b).

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. Efeitos do glyphosate nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. International Plant Nutrition Institute. Encarte técnico. **Informações agronômicas** nº 119, 2007.



**7 ANEXO – ILUSTRAÇÃO DO SINTOMA VISUAL DE FITOINTOXICAÇÃO DO GLYPHOSATE “YELLOW FLASHING” EM SOJA RR E RR2.**



Imagens A – B: Referente ao primeiro experimento. C – D: Referente ao segundo experimento.